

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійного вивчення дисципліни
**“МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**
для студентів напрямку підготовки
070106 – «Автомобільний транспорт»

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійного вивчення дисципліни
**“МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**
для студентів напрямку підготовки
070106 – «Автомобільний транспорт»

Вінниця

ВНТУ

2015

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол №__ від «__» _____ 2015 р.)

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» для студентів напряму підготовки 070106 – «Автомобільний транспорт» / Уклад. В. П. Кужель – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 18 с.

Методичні вказівки призначені допомогти студентам напряму підготовки 070106 – «Автомобільний транспорт» при самостійному вивченні дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту». Розглянуті перелік основних тем теоретичного матеріалу, завдання до самостійного вивчення дисципліни, вказівки до виконання контрольних робіт.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	2
1. Перелік основних тем курсу та розподіл балів.....	3
2. Завдання для самостійного виконання.....	4
3. Вказівки до виконання контрольних робіт.....	11
Рекомендована література.....	19

ВСТУП

Мета викладання дисципліни – формування професійних знань і практичних навиків прийняття оптимальних рішень з вибору і обґрунтування раціональних способів моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту.

Завдання вивчення дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» полягає у освоєнні і використанні математичного апарату моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту, ознайомленні з методиками моделювання технологічних процесів.

Студент повинен знати матеріал програми курсу «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту»:

- загальні принципи моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту;
- основні поняття імітаційного моделювання;
- види математичних, оптимізаційних моделей;
- методи зменшення шкідливих викидів автомобілів;
- закони розподілу випадкової величини;
- моделювання оптимальної періодичності технічних впливів;
- моделювання методами теорії масового обслуговування.

Студент повинен уміти:

- розробити найбільш ефективні схеми технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту;
- обґрунтувати необхідне обладнання для забезпечення технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту;
- визначати необхідні параметри забезпечення технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту;
- обирати на практиці обґрунтовані режими роботи;
- виконувати необхідні заходи безпеки при роботі.

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час практичного заняття, контрольних, курсових робіт, колоквиумів, тестування, іспиту.

На позааудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, написання контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), виконання курсової роботи, підготовка до практичних занять, лабораторних робіт, колоквиумів, тестування, заліку, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію ВНТУ).

Робочим навчальним планом передбачена 1 контрольна робота для студентів заочної форми навчання та курсова робота для студентів всіх форм навчання.

1 ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ТЕМ КУРСУ ТА РОЗПОДІЛ БАЛІВ

Змістовий модуль 1

Тема 1. Інструктаж з ТБ, вивчення дисципліни за КМС. Вступ. Моделювання. Основні поняття. Моделі, математичні моделі, оптимізаційні моделі. Критерій оптимізації.

Тема 2. Математичні функції. Моделі на їх основі. Основи регресійного аналізу. Функціональні та кореляційні залежності.

Тема 3. Імовірнісні моделі. Характеристики випадкових величин. Закони розподілу випадкової величини. Генеральна і вибіркова сукупності. Обробка дослідних даних вибіркової сукупності.

Тема 4. Основи моделювання випадкових процесів. Класифікація випадкових процесів. Марківські випадкові процеси. Методи теорії масового обслуговування.

Змістовий модуль 2

Тема 5. Статистичне імітаційне моделювання. Загальні положення. Моделювання випадкових чисел. Розв'язок задач теорії масового обслуговування. Моделювання потреби підприємства в запасних частинах. Моделювання оптимальної періодичності технічних впливів.

Тема 6. Методи мережевого планування. Основні елементи мережевих графіків. Правила та процес побудови мережевих графіків. Розрахунок параметрів мережевої моделі. Мережевий графік ремонту автомобіля.

Тема 7. Методи лінійного програмування. Загальні положення. Двоїста задача лінійного програмування. Формулювання задачі лінійного програмування. Геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування. Оптимізація вантажопотоків. Розробка раціональних маршрутів перевезень масових вантажів.

Тема 8. Методи динамічного програмування. Постановка задачі. Принципи оптимізації. Основне рівняння динамічного програмування. Задача про маршрутизацію. Задача заміни обладнання.

Розподіл балів, які отримують студенти

Вид роботи	Денна форма		Заочна форма
	1	2	
1. Виконання та захист лабораторних робіт (денна форма 1 роб. – 5 б, заочна форма – 1 роб. – 6 б.)	4×3=12	4×3=12	8×5=40
2. Виконання та захист практичних робіт (денна форма 1 роб. – 3 б, заочна форма – 1 роб. – 4 б.)	4×1=4	4×1=4	-
3. Виконання та захист СРС	4	4	28
4. Фонд викладача (10 б.)	3	3	6
5. Колоквіуми	14	14	-
Разом	37	37	74
Іспит	26		26

Курсова робота

Пояснювальна записка (оцінюються результати проекування та їх оформлення)	Захист роботи	Сума
60	40	100

2 ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИКОНАННЯ

Планування самостійної роботи студентів (СРС). На підставі робочих навчальних планів спеціальностей та вимог кваліфікаційної характеристик спеціаліста, на кафедрі розроблені НП та РНП з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту». В кожному триместрі на підставі РНПД складаються та затверджуються в установлені терміни робочі плани дисциплін.

Організація СРС. На кафедрі в установлені терміни (7 триместр – для студентів стаціонару, 5 триместр – для студентів заочної форми навчання (ЗФН)) складають розклад занять, графіки консультацій студентів стаціонарної форми навчання, розклад установчої сесії студентів ЗФН, графіки приїзду студентів ЗФН на захист лабораторних робіт, розклад екзаменаційних сесій з прізвищами асистентів на екзаменах. Викладачі на першій лекції знайомлять студентів з особливостями вивчення дисципліни за КМС, причинами втрати працездатності та завданнями процесу діагностування транспортних засобів, дають перелік необхідної літератури. На практичному занятті викладачі знайомлять студентів з кількістю та змістом практичних робіт, їх оцінюванням.

Форми СРС, що використовуються. На кафедрі використовуються наступні форми СРС: вивчення навчального матеріалу з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» (підготовка конспектів, реалізація теоретичних знань для розв'язання практичних задач, самостійна проробка монографій та наукової періодики тощо); виконання РГР, РГЗ та контрольних робіт; підготовка, виконання та захист курсових, практичних робіт; підготовка рефератів, доповідей на наукові конференції; підготовка до колоквиуму, контрольної роботи, заліку.

Контроль СРС. Оцінювання результатів СРС потребує від викладача систематичного та об'єктивного контролю знань, умінь і навичок студентів. Цьому сприяє організація вивчення дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» за КМС, яка використовується на кафедрі у відповідності з «Положення про організацію НП за КМС у ВНТУ» (2004 р.).

Іспит з дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» проводяться в усній формі. Викладачі оцінюють знання студентів за розробленими та затвердженими на засіданні кафедри критеріями. Для стимулювання СРС на кафедрі використовуються бали із фонду ініціативи роботи студентів на лекційних, практичних заняттях тощо. Заохоченням до навчання студентів, активної самостійної роботи є отримання позитивної оцінки за

результатами навчання в триместрі за КМС, а моральним стимулом для підвищення якості навчання студентів ректорські контрольні роботи.

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Аналіз і оптимізація даних в Excel. Класична транспортна задача	2	-
2	Транспортна задача з проміжними пунктами	2	-
Модуль 2			
3	Задача про призначення	2	-
4	Завдання вибору найкоротшого шляху	2	-
	Усього годин	8	-

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Дослідження функціонування автомобіля в мікросистемі	2	0,5
2	Дослідження функціонування автомобіля в особливо малій системі	2	0,5
3	Дослідження функціонування автомобіля в малій системі	2	1
4	Дослідження функціонування транспортних систем в системі доставки вантажів малими партіями	2	1
Модуль 2			
5	Побудова епіюр вантажопотоку на транспортній мережі	2	0,5
6	Побудова спрощеної структурної моделі складної технічної системи	2	0,5
7	Застосування методів теорії імовірностей та математичної статистики під час обслуговування автомобілів	2	1
8	Побудова регресійних моделі з однією змінною	2	1
	Усього годин	16	6

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль 1			
1	Алгоритми вирішення інженерних задач	4	7
2	Програмні засоби побудови математичних моделей	4	7
3	Статистична оцінка гіпотез	4	7
4	Критерій згоди	4	7
5	Приклади обробки даних показовими законами розподілу	4	7
6	Приклади обробки даних нормальними законами розподілу	3	6
7	Випадкові процеси з дискретним станом і дискретним часом	3	6
Модуль 2			
8	Випадкові процеси з дискретним станом неперервним часом	4	7
9	Класифікація і показники роботи системи масового обслуговування	4	7
10	Моделювання дискретної випадкової величини	4	7
11	Моделювання неперервної випадкової величини	4	7
12	Дослідження характеристик функціонування СТОА методом Монте-Карло	4	7
13	Практична реалізація методів імітаційного моделювання	3	6
14	Побудова моделі і вирішення задачі про маршрутизацію	3	6
	Усього годин	52	94

**Перелік питань (білетів) для підсумкового контролю знань з дисципліни
«Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного
транспорту»**

№ 1

1. Класифікація математичних моделей, їх особливості. Які переваги математичної моделі. Поняття алгоритм, програма.
2. Послідовність обробки дослідних даних законом Вейбулла.
3. Призначення мережевого планування. Елементи мережевих графіків і їх відображення на мережевій моделі.
4. Послідовність вирішення задачі про маршрутизації методом динамічного програмування. Задача заміни обладнання.

№2

1. Сучасні та класичні методи оптимізації. Опишіть їх.
2. Визначення понять: випадковий процес; реалізація випадкового процесу; перетин випадкового процесу. Класифікація випадкових процесів.
3. Основні правила та етапи побудови мережевих графіків.
4. Математична модель вирішення задачі заміни обладнання методом динамічного програмування.

№3

1. Визначення понять: цільова функція, критерій оптимізації. Види критеріїв оптимізації
2. Основні характеристики випадкових процесів. Визначення поняття потоку подій, ознаки, за якими він поділяються.
3. Параметри мережевих моделей для повного шляху і способи їх обчислення. Параметри мережевих моделей для подій і способи їх обчислення.
4. Послідовність вирішення задачі заміни обладнання методом динамічного програмування.

№4

1. Основні етапи оптимізаційного моделювання. Послідовність підготовки і вирішення задач на ЕОМ.
2. Властивості найпростішого потоку подій. інтенсивність потоку подій. Фізичний зміст інтенсивності потоку подій.
3. Параметри мережевих моделей для робіт і способи їх обчислення.
4. Основні методи прогнозування вантажних та пасажирських перевезень.

№5

1. Призначення кореляційно - регресійного аналізу. Кореляційні і функціональні залежності.
2. Особливості потоку Пальма і Ерланга. Марківський випадковий процес.
3. Допустимий термін настання події та резерв часу події. Повний і вільний резерв часу роботи і способи їх обчислення.
4. Порядок встановлення достовірності результатів прогнозування.

№6

1. Коефіцієнт кореляції та його граничні значення. Формули обчислення коефіцієнтів кореляції.
2. Основні характеристики випадкового процесу з дискретними станами і дискретним часом.
3. Сутність оптимізації мережевого графіка за часом і за ресурсам. Переваги мережевих моделей.
4. Прогнозування за методом простої екстраполяції.

№7

1. Суть методу найменших квадратів.
2. Поняття граничний ймовірнісний стан.
3. Формулювання задачі лінійного програмування. Запишіть задачу лінійного програмування в матричній формі і у вигляді знаків підсумовування.
4. Прогнозування за методом експоненціального згладжування.

№8

1. Множинна лінійна регресія: суть поняття
2. Ознаки, за якими поділяються системи масового обслуговування (СМО). Основні вихідні параметри, які використовуються при аналізі роботи СМО.
3. Поняття область допустимих рішень, опорні точки і опорні рішення.
4. Прогнозування за моделлю Зіпфа.

№9

1. Визначення понять дискретної і неперервної випадкової величини. Основні характеристики випадкових величин.
2. Основні імовірнісні показники функціонування СМО.
3. Правила переходу від вихідного задачі лінійного програмування до двоїстої задачі.
4. Одноканальна та багатоканальна системи масового обслуговування з відмовами.

№10

1. Особливості біноміального закону розподілу та закону Пуассона.
2. Розмічений граф станів багатоканальної СМО з очікуванням. Залежності визначення середнього числа зайнятих каналів і середнього числа заявок, що стоять в черзі.
3. Послідовність виконання завдання лінійного програмування геометричним способом.
4. Основні параметри, які характеризують стан системи з відмовами.

№11

1. Особливості нормального закону розподілу та закону рівномірної щільності.
2. Переваги імітаційного моделювання. Основні етапи статистичного моделювання.
3. Особливості вирішення завдань лінійного програмування симплекс -методом.
4. Імовірнісний і детермінований підхід до визначення параметрів стану системи.

№12

1. Особливості показового закону розподілу та закону Вейбулла.
2. Сутність методу Монте-Карло.
3. Канонічна форма запису задачі лінійного програмування.
4. Алгоритми вирішення інженерних задач.

№13

1. Визначення понять генеральна і вибірка сукупності. Основні характеристики вибіркової та генеральної сукупностей, способи їх обчислення.
2. Особливості моделювання дискретної та безперервної випадкових величин.
3. Послідовність виконання завдання лінійного програмування симплекс-методом.
4. Статистична оцінка гіпотез.

№14

1. Визначення понять «інтервальний варіаційний ряд». Поняття гістограма, мета її побудови.
2. Метод статистичного моделювання. Які типи завдань автомобільного транспорту доцільно вирішувати даним методом.
3. Поняття «транспортна задача». Послідовність вирішення «транспортної задачі».
4. Випадкові процеси з дискретним станом і неперервним часом.

№15

1. Особливості критерію згоди χ^2 Пірсона.
2. Числові характеристики функціонування СТОА. Особливості моделювання функціонування СТОА методом Монте - Карло.
3. Особливості запису і рішення відкритої «транспортної задачі».
4. Практична реалізація методів імітаційного моделювання.

№16

1. Особливості критерію згоди Романовського.
2. Випадкові чинники, які мають місце при плануванні та управлінні рівнів запасних частин на складах АТП.
3. Які завдання автомобільного транспорту вирішуються методами динамічного програмування.
4. Випадкові процеси з дискретним станом і дискретним часом.

№17

1. Особливості критерію згоди Колмогорова.
2. Цільова функція витрат підприємства в залежності від величини початкового запасу, її складові.
3. Загальна задачу динамічного програмування.
4. Класифікація і показники роботи системи масового обслуговування.

№18

1. Послідовність обробки дослідних даних показовим законом.
2. Послідовність моделювання потреби підприємства в запасних частинах.
3. Перерахуйте принципи оптимізації завдань динамічного програмування. Запишіть основні рівняння динамічного програмування (рівняння Беллмана) і наведіть його складові.
4. Побудова моделі і вирішення задачі про маршрутизацію.

№19

1. Послідовність обробки дослідних даних нормальним законом.
2. Методи визначення та корегування періодичності технічних впливів.
3. Особливості попередньої (умовної) оптимізації. Особливості остаточної (безумовної) оптимізації.
4. Критерій згоди: визначення поняття.

№20

1. Моделювання неперервної випадкової величини.
2. Особливості методу визначення періодичності ТО за допустимим рівнем безвідмовності елементів автомобіля.
3. Задача про маршрутизації. Математична модель вирішення задачі про маршрутизацію методом динамічного програмування.
4. Дослідження характеристик функціонування СТОА методом Монте-Карло.

3 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Мета контрольної роботи – практично закріпити теоретичні знання отримані в результаті вивчення дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту».

Завдання вибирається по останніх двох числах номера залікової книжки або за списком студента в журналі академічної групи.

Відповідно до номера варіанта необхідно письмово надати відповіді на питання з теоретичної частин дисципліни «Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту» та виконати розрахунок в другому завданні. Наведемо варіанти завдань на контрольну роботу.

Завдання на контрольну роботу з курсу

Варіанти для теоретичного завдання:

1. Класифікація математичних моделей, їх особливості. Які переваги математичної моделі. Поняття алгоритм, програма.
2. Сучасні та класичні методи оптимізації. Опишіть їх.
3. Визначення понять: цільова функція, критерій оптимізації. Види критеріїв оптимізації
4. Основні етапи оптимізаційного моделювання. Послідовність підготовки і вирішення задач на ЕОМ.
5. Призначення кореляційно - регресійного аналізу. Кореляційні і функціональні залежності.
6. Коефіцієнт кореляції та його граничні значення. Формули обчислення коефіцієнтів кореляції.
7. Суть методу найменших квадратів.
8. Множинна лінійна регресія.
9. Визначення понять дискретної і неперервної випадкової величини. Основні характеристики випадкових величин.
10. Особливості біноміального закону розподілу та закону Пуассона.
11. Особливості нормального закону розподілу та закону рівномірної щільності.
12. Особливості показового закону розподілу та закону Вейбулла.
13. Визначення понять генеральна і вибіркова сукупності. Основні характеристики вибіркової та генеральної сукупностей, способи їх обчислення.
14. Визначення понять «інтервальний варіаційний ряд». Поняття гістограма, мета її побудови.
15. Особливості критерію згоди χ^2 Пірсона.
16. Особливості критерію згоди Романовського.
17. Особливості критерію згоди Колмогорова.
18. Послідовність обробки дослідних даних показовим законом.
19. Послідовність обробки дослідних даних нормальним законом.
20. Послідовність обробки дослідних даних законом Вейбулла.

21. Визначення понять: випадковий процес; реалізація випадкового процесу; перетин випадкового процесу. Класифікація випадкових процесів.
22. Основні характеристики випадкових процесів. Визначення поняття потоку подій, ознаки, за якими він поділяється.
23. Властивості найпростішого потоку подій. інтенсивність потоку подій. Фізичний зміст інтенсивності потоку подій.
24. Особливості потоку Пальма і Ерланга. Марківський випадковий процес.
25. Основні характеристики випадкового процесу з дискретними станами і дискретним часом.
26. Поняття граничний ймовірнісний стан.
27. Ознаки, за якими поділяються системи масового обслуговування (СМО). Основні вихідні параметри, які використовуються при аналізі роботи СМО.
28. Основні ймовірнісні показники функціонування СМО.
29. Розмічений граф станів багатоканальної СМО з очікуванням. Залежності визначення середнього числа зайнятих каналів і середнього числа заявок, що стоять в черзі.
30. Переваги імітаційного моделювання. Основні етапи статистичного моделювання.
31. Сутність методу Монте-Карло.
32. Особливості моделювання дискретної та безперервної випадкових величин.
33. Метод статистичного моделювання. Які типи завдань автомобільного транспорту доцільно вирішувати даним методом.
34. Числові характеристики функціонування СТОА. Особливості моделювання функціонування СТОА методом Монте - Карло.
35. Випадкові чинники, які мають місце при плануванні та управлінні рівнів запасних частин на складах АТП.
36. Цільова функція витрат підприємства в залежності від величини початкового запасу, її складові.
37. Послідовність моделювання потреби підприємства в запасних частинах.
38. Методи визначення та корегування періодичності технічних впливів.
39. Особливості методу визначення періодичності ТО за допустимим рівнем безвідмовності елементів автомобіля.
40. Призначення мережевого планування. Елементи мережевих графіків і їх відображення на мережевий моделі.
41. Основні правила та етапи побудови мережевих графіків.
42. Параметри мережевих моделей для повного шляху і способи їх обчислення. Параметри мережевих моделей для подій і способи їх обчислення.
43. Параметри мережевих моделей для робіт і способи їх обчислення.
44. Допустимий термін настання події та резерв часу події. Повний і вільний резерв часу роботи і способи їх обчислення.
45. Сутність оптимізації мережевого графіка за часом і за ресурсам. Переваги мережевих моделей.
46. Формулювання задачі лінійного програмування. Запишіть задачу лінійного програмування в матричній формі і у вигляді знаків підсумовування.
47. Поняття область допустимих рішень, опорні точки і опорні рішення.

48. Правила переходу від вихідного задачі лінійного програмування до двоїстої задачі.

49. Послідовність виконання завдання лінійного програмування геометричним способом.

50. Особливості вирішення завдань лінійного програмування симплекс-методом.

51. Канонічна форма запису задачі лінійного програмування?

52. Послідовність виконання завдання лінійного програмування симплекс-методом.

53. Поняття «транспортна задача». Послідовність вирішення «транспортної задачі».

54. Особливості запису і рішення відкритої «транспортної задачі».

55. Які завдання автомобільного транспорту вирішуються методами динамічного програмування.

56. Загальна задачу динамічного програмування.

57. Перерахуйте принципи оптимізації завдань динамічного програмування. Запишіть основні рівняння динамічного програмування (рівняння Беллмана) і наведіть його складові.

58. Особливості попередньої (умовної) оптимізації. Особливості остаточної (безумовної) оптимізації.

59. Задача про маршрутизації. Математична модель вирішення задачі про маршрутизацію методом динамічного програмування.

60. Послідовність вирішення задачі про маршрутизації методом динамічного програмування. Задача заміни обладнання.

61. Математична модель вирішення задачі заміни обладнання методом динамічного програмування.

62. Послідовність вирішення задачі заміни обладнання методом динамічного програмування.

63. Основні методи прогнозування вантажних та пасажирських перевезень.

64. Порядок встановлення достовірності результатів прогнозування.

65. Прогнозування за методом простої екстраполяції.

66. Прогнозування за методом експоненціального згладжування.

67. Прогнозування за моделлю Зіпфа.

68. Одноканальна та багатоканальна системи масового обслуговування з відмовами.

69. Основні параметри, які характеризують стан системи з відмовами.

70. Імовірнісний і детермінований підхід до визначення параметрів стану системи.

Вихідні дані до практичного завдання

Необхідно виконати моделювання об'ємів перевезень або кількості автомобілезайдів на СТО методом простої екстраполяції та експонентного згладжування

Варіант 1									
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	80	70	95	90	110	120	140	160	210

Варіант 2									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезайздів, тис. в рік	1,6	1,65	1,72	1,8	1,84	1,58	1,9	2,0	1,92
Варіант 3									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	18	19	17	20	22	21	24	26	32
Варіант 4									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	5018	5022	5387	5645	5810	6020	5920	6040	6140
Варіант 5									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Кількість автомобілезайздів, тис. в рік	6	5	8	12	11	12	14	13	16
Варіант 6									
Рік	1	3	5	7	9	11	13	15	17
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	130	150	148	165	174	162	200	210	230
Варіант 7									
Рік	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	86	76	101	96	116	126	146	166	216
Варіант 8									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезайздів, тис. в рік	1,2	1,0	1,1	1,5	1,7	1,45	1,6	1,8	1,9
Варіант 9									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	380	390	370	385	320	340	360	385	400
Варіант 10									
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	6603	6627	6650	6690	6720	6740	6600	6580	6700
Варіант 11									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезайздів, тис. в рік	8	5,6	8,4	9,5	11	12	12,5	13	15
Варіант 12									
Рік	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	100	120	160	135	165	155	200	205	220
Варіант 13									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	20	35	50	50	40	55	60	70	90
Варіант 14									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезайздів, тис. в рік	0,8	0,95	0,98	1,1	0,95	1,2	0,93	1,25	1,3
Варіант 15									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	18	19	17	19,5	22	21	24	25	29
Варіант 16									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	7200	7220	7225	7350	7420	7440	7500	6850	7050

Варіант 17									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	1,4	1,8	1,45	1,94	1,65	1,62	1,45	1,74	1,6
Варіант 18									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	820	840	850	860	885	875	830	820	860
Варіант 19									
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	180	190	170	195	220	210	240	260	310
Варіант 20									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	2,3	3,9	5,4	5,3	4,5	5,8	6,4	7,2	9,1
Варіант 21									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	200	210	190	220	240	230	260	280	320
Варіант 22									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	4765	4830	4520	5000	5200	5400	5500	5230	5420
Варіант 23									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	0,7	0,56	0,84	1,2	1,16	1,12	1,15	1,13	1,17
Варіант 24									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	80	100	120	115	145	135	185	180	165
Варіант 25									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	10	20	26	34	25	40	48	50	75
Варіант 26									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	3,0	3,5	5,0	5,0	4,0	5,5	6,0	7,0	6,8
Варіант 27									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	230	240	220	245	270	260	295	300	350
Варіант 28									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	7510	7520	7530	7535	7525	7540	7550	7550	7580
Варіант 29									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	7,8	7,6	7,5	8,2	7,4	8,9	9,3	10,1	9,2
Варіант 30									
Рік	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	420	440	465	465	495	475	445	420	400

Варіант 31									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	68	56	84	125	110	120	145	130	160
Варіант 32									
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	1,9	2,5	2,6	2,9	3,0	2,8	2,75	3,1	2,8
Варіант 33									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	1180	1190	1170	1200	1220	1210	1290	1260	1320
Варіант 34									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	4210	4220	4230	4234	4225	4240	4220	4250	4275
Варіант 35									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	3,8	3,6	3,4	3,25	3,1	3,20	3,5	3,3	3,6
Варіант 36									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	600	650	670	655	675	670	630	620	650
Варіант 37									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	120	140	168	156	184	175	225	220	250
Варіант 38									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	2,20	2,4	2,5	2,55	2,4	2,65	2,6	2,7	2,8
Варіант 39									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	280	300	270	280	320	310	340	350	390
Варіант 40									
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Автомобіле-години перебування в наряді, год. в рік	3010	3020	3025	3035	3025	3040	3050	3060	3075
Варіант 41									
Рік	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	3,7	3,56	3,84	3,25	3,1	3,1	3,14	3,13	3,16
Варіант 42									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	240	255	285	275	300	295	345	340	370
Варіант 43									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм вантажних перевезень, тис. тон	580	590	595	600	610	630	640	660	700
Варіант 44									
Рік	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Кількість автомобілезаїздів, тис. в рік	0,45	0,6	0,75	0,7	0,65	0,8	0,9	0,95	1,12
Варіант 45									
Рік	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Об'єм пасажирських перевезень, тис. осіб	920	970	950	975	900	910	940	960	990

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Біліченко В.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту : Навчальний посібник / В.В. Біліченко, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 162 с.
2. Кужель В.П. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 070106 – «Автомобільний транспорт»/ В. П. Кужель – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 36 с.
3. Кужель В.П. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів напряму підготовки 070106 – «Автомобільний транспорт» / В. П. Кужель, – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 74 с.
4. Бродецкий Г.Л. Экономико-математические методы и модели в логистике: Потоки событий и системы обслуживания: учеб. пособие: Рекомендовано УМО, 2008.
5. Анализ функционирования транспортных систем: Задания и методические указания для выполнения курсового проекта по курсу «Теоретические основы организации и функционирования транспортных систем» для студентов специальности 240100/ Сост.: В.И.Николин, С.М.Мочалин, Е.Е. Витвицкий, Л.С. Трофимова. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. – 20 с.
6. Проектирование автотранспортных систем доставки груза / В.И. Николин, С.М. Мочалин, Е.Е. Витвицкий, И.В. Николин; под ред. проф. В.И.Николина. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. – 184 с.
7. Оптимизационные и имитационные модели на автомобильном транспорте и в автомобиле: Учебное пособие. В 2-х частях /Р.Г.Хабибуллин [и др.]. – Набережные Челны: Изд. КАМПИ, 2005.

Допоміжна

1. Луканин В.Н. Имитационное моделирование и принятие решений в задачах автомобильно-дорожного комплекса: Учебное пособие / В.Н.Луканин, О.П.Гуджоян, В.В.Ефремов. – М.; ИНФРА – М, 2001.
2. Проектирование автотранспортных систем доставки груза /В.И.Николин [и др.]. – Омск: Издательство СибАДИ, 2001.
3. Бобарыкин, В.А. Математические методы решения автотранспортных задач: учебное пособие /В.А.Бобарыкин. – Л.; СЗПИ, 1986.
4. Советов, Б.Я. Моделирование систем. Учебник для ВУЗ-ов /Советов Б.Я., Яковлев С.А. – М.; Высшая школа, 1985.